

Electrical Machines

Chapter (1) --- D.C. Generators

حركة العمل :-

تقوم نكهة عمل المولد الكهربائي تطبقاً لقانون فاراد للحق المغناطيسي فإذا كان هناك موصل من مجال مغناطيسي وتحرك الموصل بالنسبة للمجال أو تحرر المجال بالنسبة للموصل تنشأ على أطراف الموصل قيمة دائمة كهربية تعتمد على شدة المجال وسرعة الموصل وطول الموصل.

$$E_{(e.m.f)} = B * l * v$$

$B \rightarrow$ Flux density (Tesla)

$l \rightarrow$ active length of conductor (m)

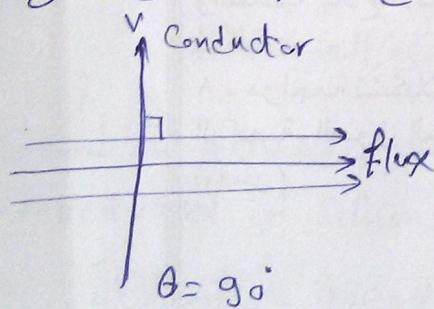
$v \rightarrow$ Relative velocity (m/sec)

ويمكن كتابة هذه الصيغة في 形如下

$$E_{(e.m.f)} = B * l * v \sin \theta$$

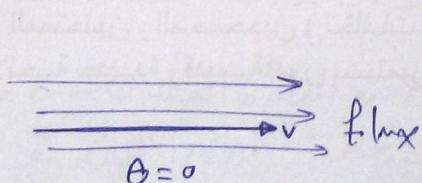
حيث تكون الزاوية θ هي الزاوية المحصورة بين خطوط الفرض المغناطيسي و سطح المول الذي يدور وبعدها يمكن كتابة $e.m.f$ في النهاية

وهي $E = B l v \sin \theta$



$$\therefore E = Blv$$

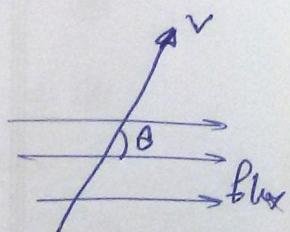
ويكون $E_{(e.m.f)}$ في هذه الحالة



$$\therefore E = 0$$

$E_{(e.m.f)}$ تكون صفر

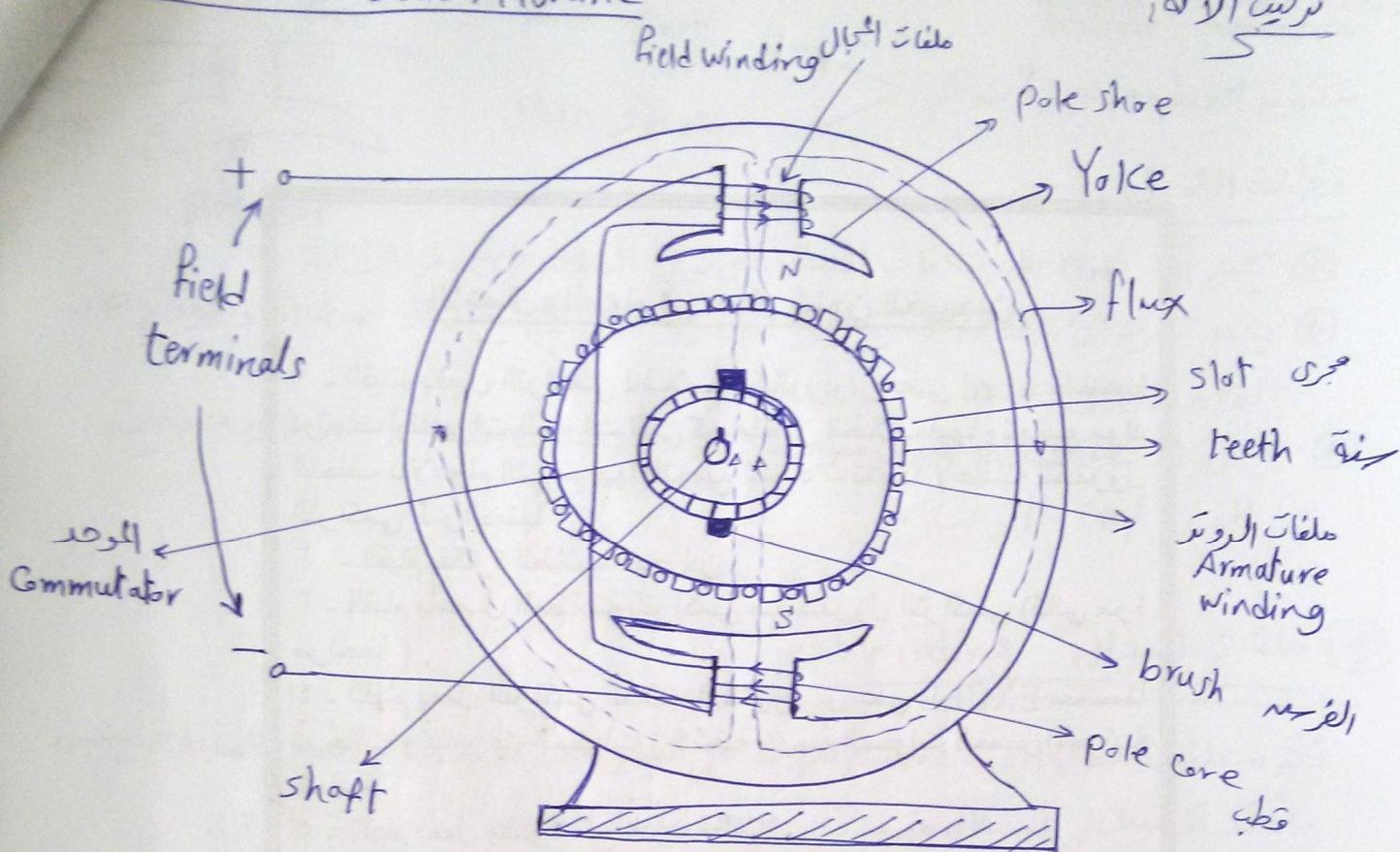
حيث



$$E \propto v \sin \theta$$

ويمكن كتابة في النهاية
بتالي مع قيمة الزاوية.

Structure of D.C. Machine



① الجزء الثابت (Stator)

رسئوس عمل :-

Yoke ①

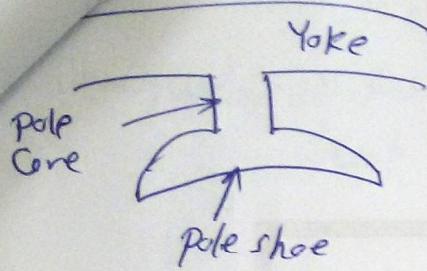
هو الغطاء الرئيسي للألة وتحمّل الألة ومحصّن الألة ومحصّن الرطوبة والغبار
وأنّى غازات ضارّة.

* يحمل الأقطاب التي تضم ب ملفات المجال التي تؤثّر في الفيصل للألة.

* يعتّبر جزء من الماكرة المقاوم للحرارة ذو معايير مقاومة للاهتزاز
ويصنّع من معايرة rolled steel أو cast iron أو silicon steel.

* يوضع للألة مجال الباريميتري الزئانق الموجودة على ظهر الألة.

④ Poles الأقطاب



Pole Core
Pole shoe

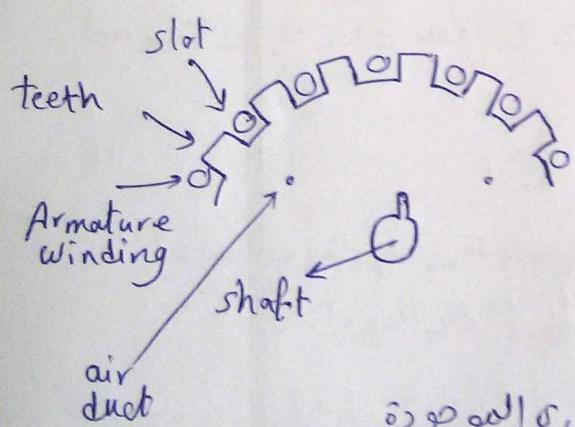
يكون القطب منجزاً بـ هما
وظيفة الأقطاب:-

- ⊗ يحمل الـ Pole Core ملفات المجال التي توفر الفيصل الرئيسي للآلة.
- ⊗ يعمل كمagnet لدفع المagnetic current إلى الثغر المغناطيسي Stator والووتر صحي القطب الثاني.
- ⊗ يعمل الـ Pole shoe على توفير مساحة أكبر لـ Pole Core مما يزيد من قيم الـ emf المولدة.

⑤ Field Winding ملفات المجال

ذكورة ملفوفة حول الـ Pole Core وتحمل التيار المدزوم لانتاج الفيصل المغناطيسي وتأخذ تصميماً انتقال متعدد على اسبابه التوصيل كما في الصورة.

⑥ Armature أو Rotor الجزء المتحرك



ويتكون من:-

① Armature Core :

عبارة عن كل ما يطواهى مصنوع من
الحديد ويحتوى على المجال وفتحات التهوية
صالحة لبرودة الآلة.

وظيفة:-

- ① ومن أماكن لوضع ملفات الـ rotor المجال الموجودة على محصلة.
- ② يوفر مسار ذو مقاومة متناسبة مع ضغط المجال المغناطيسي القائم من الأقطاب.

① ملخأة المجال

توضع من أطافنها المحددة لهادئ الروتار المباري (Armature) وهو الذي يعطي المجال المغناطيسي القائم ضد الأقطاب وتتولد على أطراف الملفات emf.

٢. ملخأة المولات - (Generator)

تتولد emf على أطراف ملفات المولات.

٣. فحالة المحركات - (Motor)

تحمل التيار القائم من المولات D.C.

صحيفه المتعامل مع العالم الخارجى ←
صحيفه المولات ← يدور على بارئ الحركة
صحيفه المولات توصلها مع الكهرباء

٤. الموجد Commutator

القوة الدافع الكهربائية المولدة داخل الملف Armature تكون متذبذبة مع الزنون نتيجة تغير الدوران المتصاعد يوصله إلى رotor مع الفينيل لذا تكون AC (\rightarrow) ولتحويله إلى قيمه ثابتة DC يتم استخدام المعدو وهو مصنوع من رقاقة من النحاس ممزوجة ببعضها البعض وموصله بالموصلات لذا فهو يدور مع الآلة ويعطى عزم من إيجاه واحد من الآلة.

٥. الفرش الكربونية - Brushes

الفرش عبارة عن أصوات ذاتية مصنوعة من الكربون المعدل وهي موضوعة على سطح الموجد لذا يحصل على اتصال سطح الموجد أنوار المولات.

وطيفه - نقل التيار من الجزء المتحرك من الآلة إلى الدائرة الخارجية للآلة.

٦. الرومات المباري Bearings

Smooth السماكة الزائد على المعاير يمكن أقصى

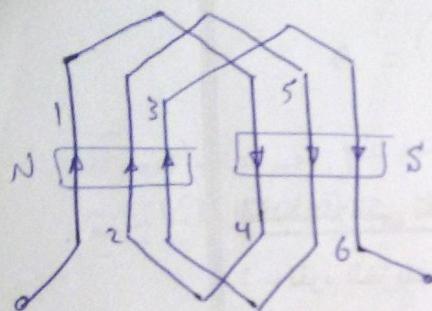
أنواع الملف في المولد

هناك نوعان رئيسيان للملف

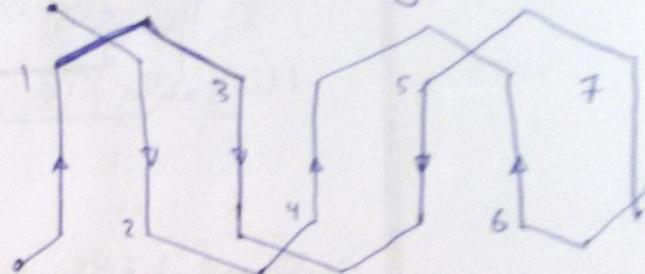
Lap Winding

Wave Winding

Lap winding



wave winding



- عدد مسارات التوافر $A =$ عدد الأقطاب

- عدد مسارات الملف $c =$ دائرة

- عدد الفرز المستخدم = عدد الأقطاب

- عدد العرسان المستخدم = دائرة

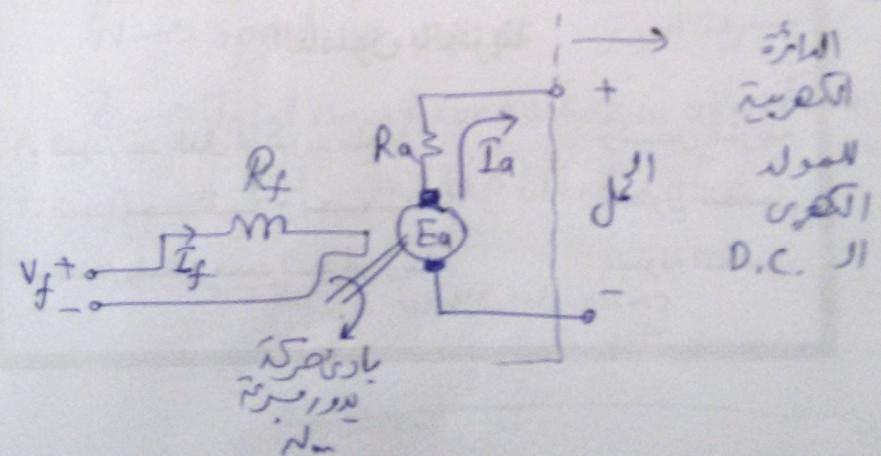
- يستخدم من طالب التيار ذات الكثافة و
الجهود المعنونة.

- يستخدم حالات المجهود الفائدة والتيار
الصغير.

- يستخدم في المولدات التي لا تزيد عن
. $500A$

- يستخدم في المولدات التي تزيد عن
. $500A$

عمل الماء المكافحة Gran.



E.m.f استنتاج قانون القوة الدافعة الكهربائية المترددة

$$e = \frac{d\phi}{dt} \rightarrow \begin{array}{l} \text{القوة الدافعة تولد نتيجة تغير المغناطيس} \\ \text{بالتتدد للزمن (قانون فاراير) } \end{array}$$

$$e = \frac{\phi P}{60 N} \rightarrow \begin{array}{l} \text{عن المغناطيس} \\ \text{التابع معنون بـ} \end{array}$$

↑
عن زمام لفة واحدة ولكن
باللائحة الميكانيكية

$$\therefore e = \frac{\phi PN}{60} \rightarrow \text{للفة واحدة}$$

وذلك الموجلة موصودة داخل المotor عددها Z وموزعة على عدد من

مثارات A = المثارات

$$\therefore E_t = \frac{\phi PN Z}{60 A} \quad \text{وحدة} \quad \text{volt}$$

Where,

$\phi \rightarrow$ flux by each pole (Wb) العجالة

فتح المجال

P → no. of poles عدد الأقطاب

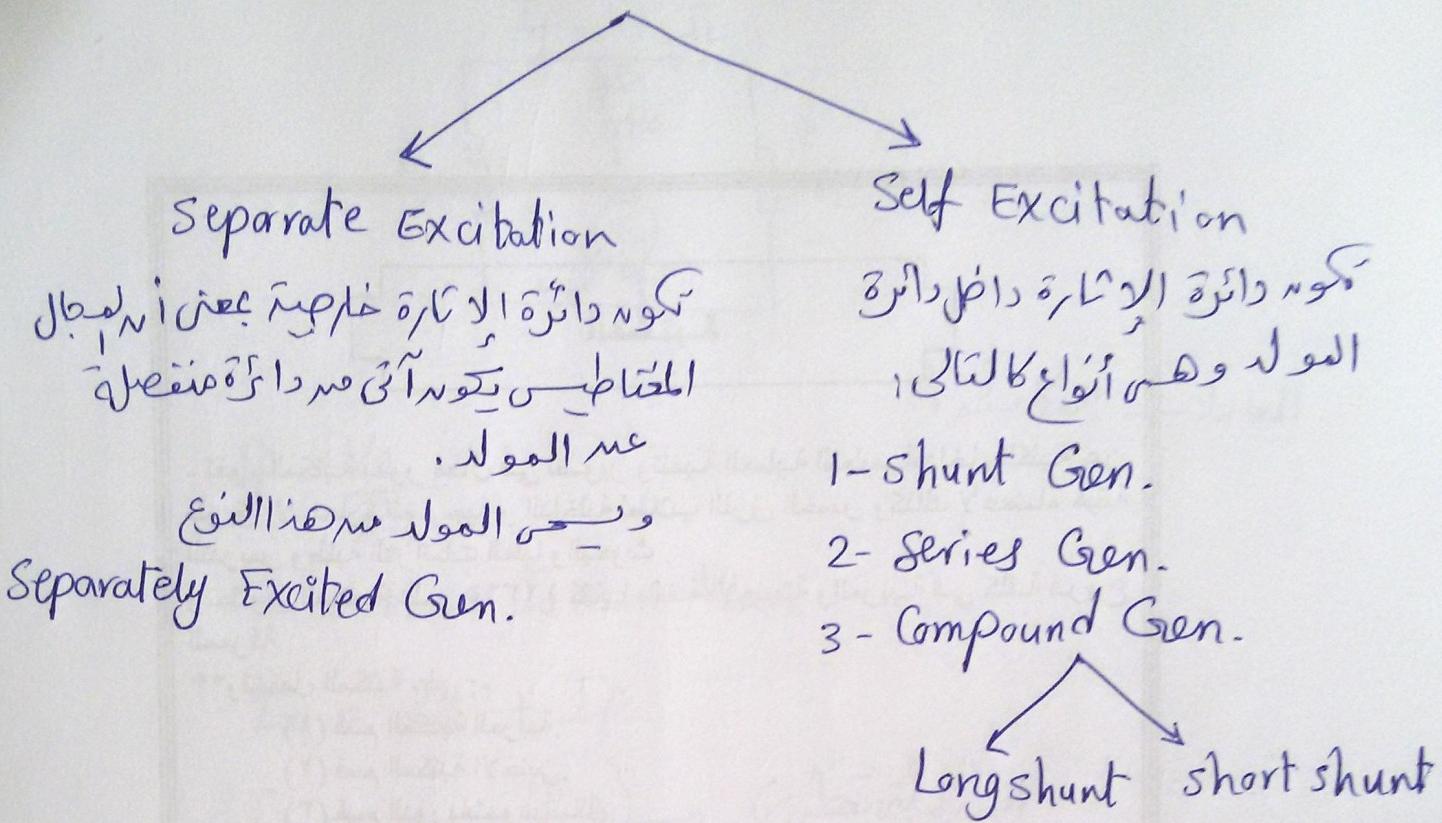
N → speed in r.p.m سرعة الدوران

Z → Total no. of conductors in armature عدد ملفات الRotor

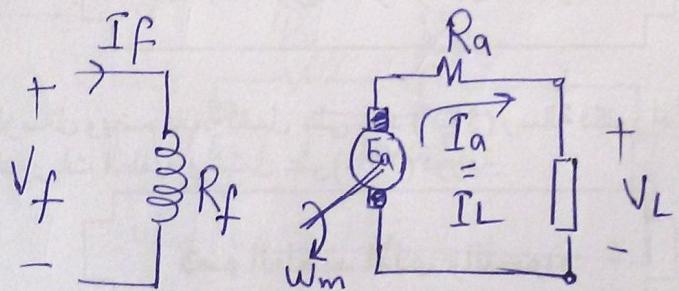
A → = P in lap winding

→ = Z in wave winding

-تَقْسِيمُ الْمُوَلَّاتِ إِلَى أَنْوَاعٍ مُّعَدِّلةٍ طَرْيَةً لِلِّذَاكِرَةِ (Excitation)



① Separately Excited Gen.



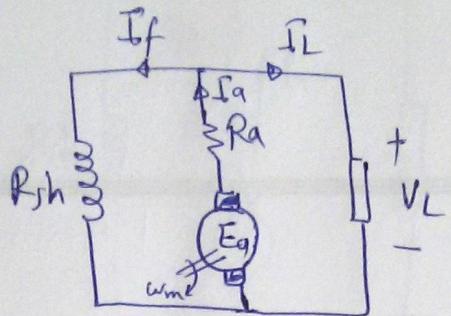
$$V_f = I_f R_f$$

المحاولات = المكافحة :-

$$E_a = V_L + I_a R_a + \text{V}_{\text{brush}} \xrightarrow{\text{ign} = \text{ign}} \sqrt{I_a} \downarrow$$

$$I_a = I_L \quad \text{حيث} \quad \begin{array}{l} \text{الرور هو نفس} \\ \text{بخار الماء} \end{array}$$

Shunt Generator



العوارد = المكافحة

$$I_f = \frac{V_L}{R_{sh}}$$

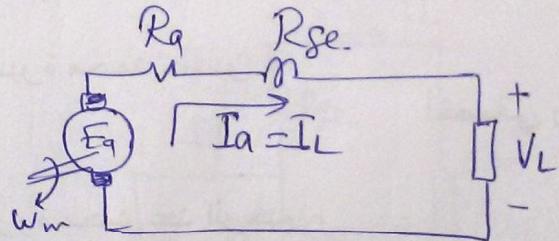
$$E_a = V_L + I_a R_a + V_{brush}$$

$$I_a = I_L + I_f$$

$$I_L \times V_L = P_{out}$$

القدرة الميكانيكية
أو الناتجة عن التوريد

③ Series Generator



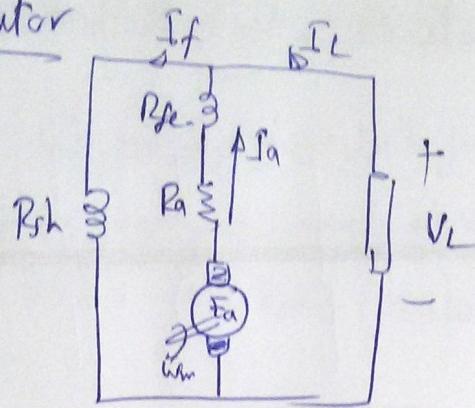
العوارد = المكافحة

$$I_a = I_L = I_{se.}$$

$$E_a = I_a R_a + I_a R_{se.} + V_L + V_{brush}$$

$$\therefore E_a = V_L + I_a (R_a + R_{se.}) + V_{brush}$$

Long shunt Generator



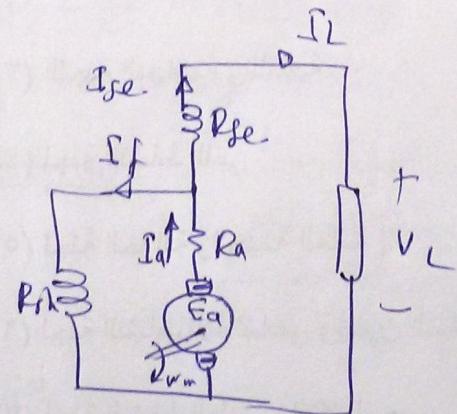
$$E_a = I_a(R_a + R_{se}) + V_L + V_{brush}$$

1. Right side

$$I_f = \frac{V_L}{R_{sh}} = \frac{E_a - I_a(R_a + R_{se}) - V_{brush}}{R_{sh}}$$

$$I_a = I_L + I_f$$

⑤ Short shunt Generator



$$I_a = I_L + I_f = I_{se} + I_f$$

2. Left side

$$E_a = I_a R_a + I_L R_{se} + V_L + V_{brush}$$

$$I_f = \frac{E_a - I_a R_a}{R_{sh}}$$

$$I_{se} = I_L$$

(g)

Self excited II فـ الـ نوع II Excitation

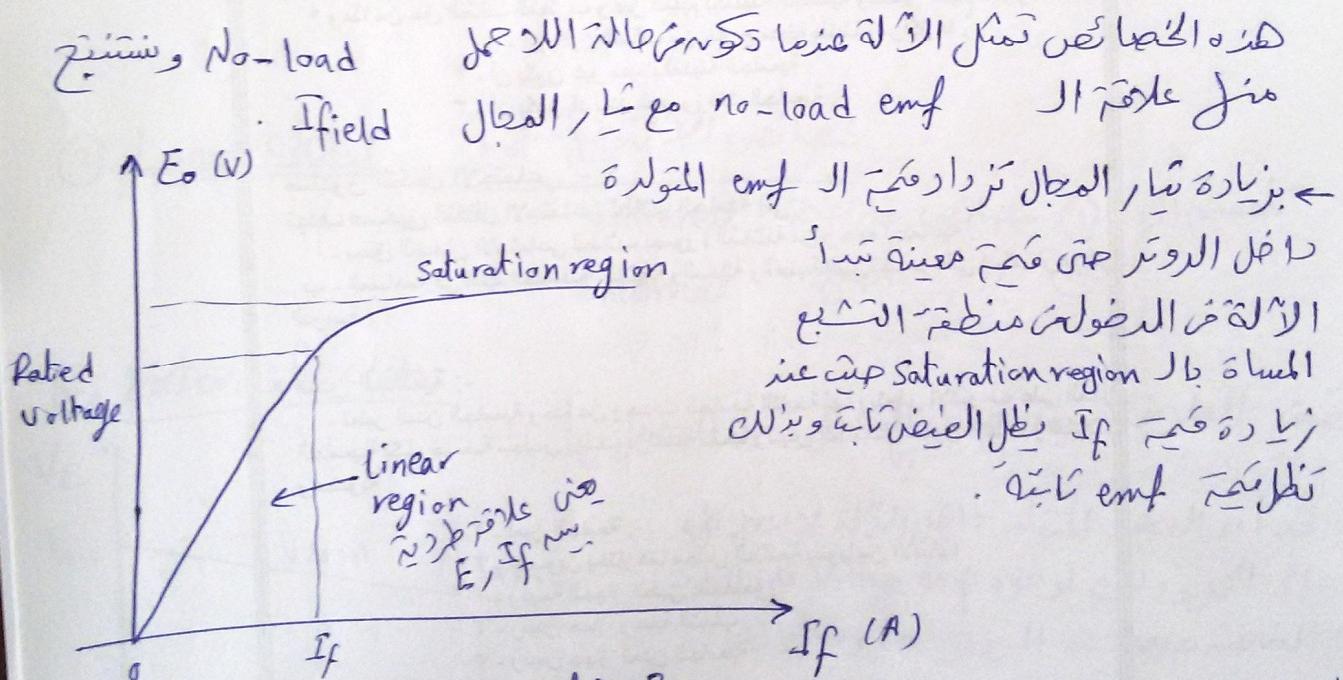
إذا كانت الألة مفتوحة فـ نعم فـ يتم تـ تمـيلـ عـلـىـ المـجـالـ الـ قـيـاسـ بـ طـرـيـقـ اـنـظـارـ وـ عـلـىـ دـرـجـةـ رـعـيـةـ عـيـنـتـ فـ يـوـفـرـ بـ إـنـاءـهـ مـاـيـمـ بـ الـعـيـانـ بـ عـيـنـهـ المـغـطـاطـ (Residual magnetism) وـ هـيـ الـمـغـطـاطـ الـأـسـارـيـ لـ بـنـاءـ الـجـهـدـ دـاخـلـ الـأـلـةـ.

في حالة تشغيل الألة يكون بـ إـنـاءـهـ مـاـيـمـ بـ عـيـنـهـ سـبـبـهـ عـلـىـ بـنـاءـ الـجـهـدـ بـ عـيـنـهـ.

Characteristics of D.C. Generators

المـصـافـحـ الـخـاصـ بـ الـمـوـلـ الـD.C.

① Magnetisation c/c/s (open circuit c/c/s)



$$\therefore E = \frac{\Phi PNz}{60A}$$

$$\therefore E \propto \Phi \quad \text{with} \quad \frac{PNz}{60A} \rightarrow \text{ثابت}$$

$$\text{and } \Phi \propto If$$

$$\therefore E \propto If$$

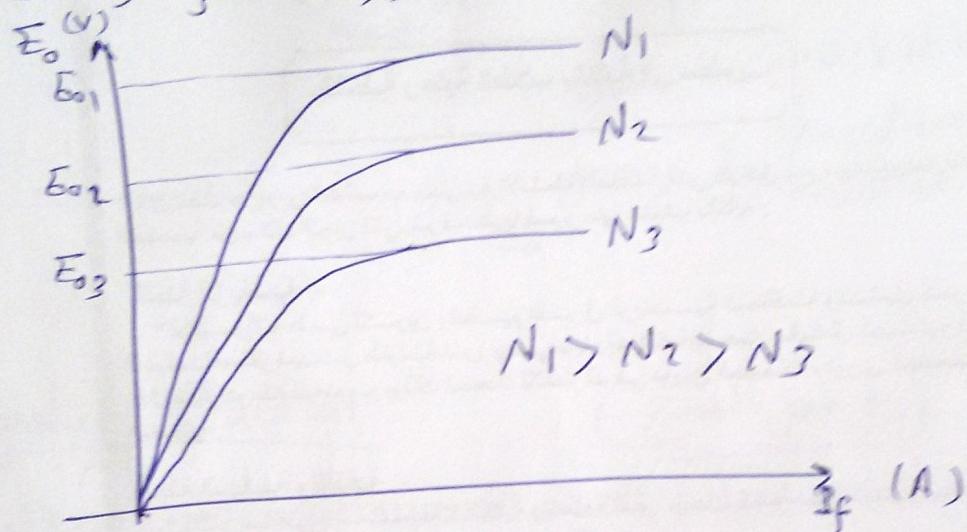
ـ كـاتـبـهـ

(10)

وتحدد سرعة الألة كثافة التيار المفتوحة الـ E_a الناتجة لـ I_a

$$E_a \propto \frac{\Phi P N}{\sigma_0 A} \quad ; \quad E_a \propto f_p \cdot \underline{N}$$

العلاقة طردية بين السرعة (N) والـ (f_p) : يزداد السرعة تزداد f_p (الكتاف).

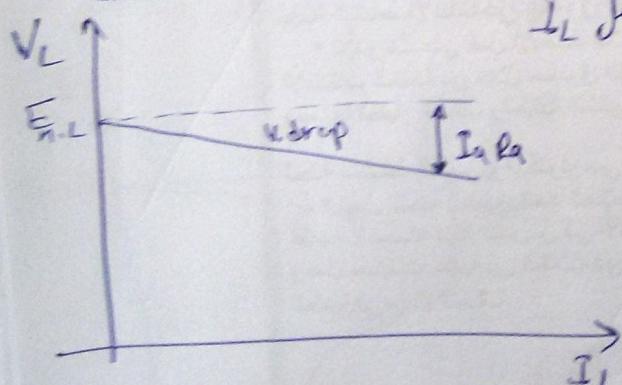


② Load c/c/s

خصائص الألة مع التحميل

تقسم إلى: ① خصائص خارجية
External
Internal ② داخلي

① External c/c/s



لصف العلاقة بين عذر التحمل وتيار الحمل I_L

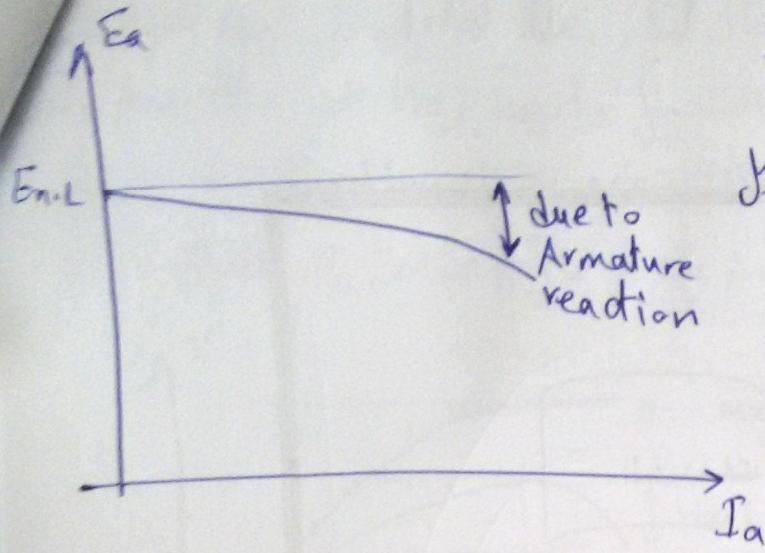
لأن العذر المترافق داخل الألة لا يدخل كلها في العذر وذلك لوجود $Voltage drop$ على المقاومة الخاصة بوصلة الروتر R_a ومع زيادة التحمل يزداد التيار المتصوب ويزداد فرق العذر مما يقلل العذر في أطراف الألة العامل بالحمل.

For shunt Generator $\sim E_a = I_a R_a + V_L$

$$\therefore V_L = E_a - (I_a \uparrow R_a)$$

(ii)

External C.R.s



وهي صفة المولدة مع الكهرباء المطلوب داخل الآلة وهي سبب الماء فموهانه = الروتار

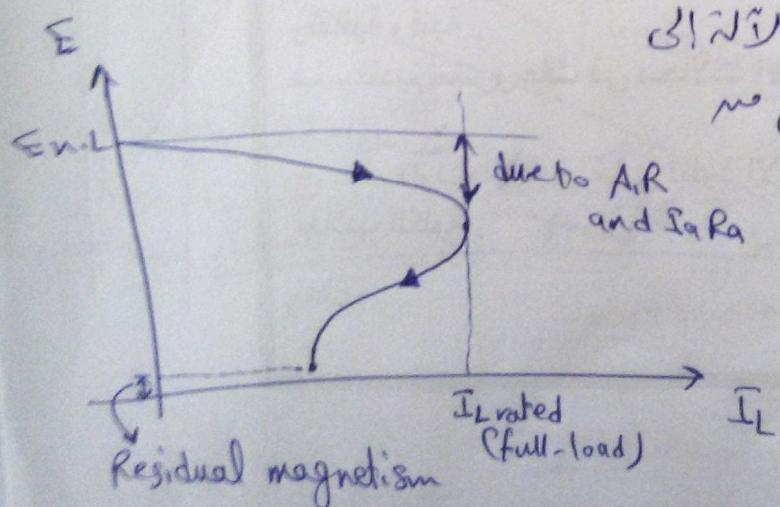
بحذار التيار، فإذا ما يزداد مع التحويل فإن قيمة E_a المولدة من الألة تقلل وذلك لزيادة قيمة ما يسمى أو دفع Armature reaction العنج.

Armature Reaction

(د) فعل المنجع)

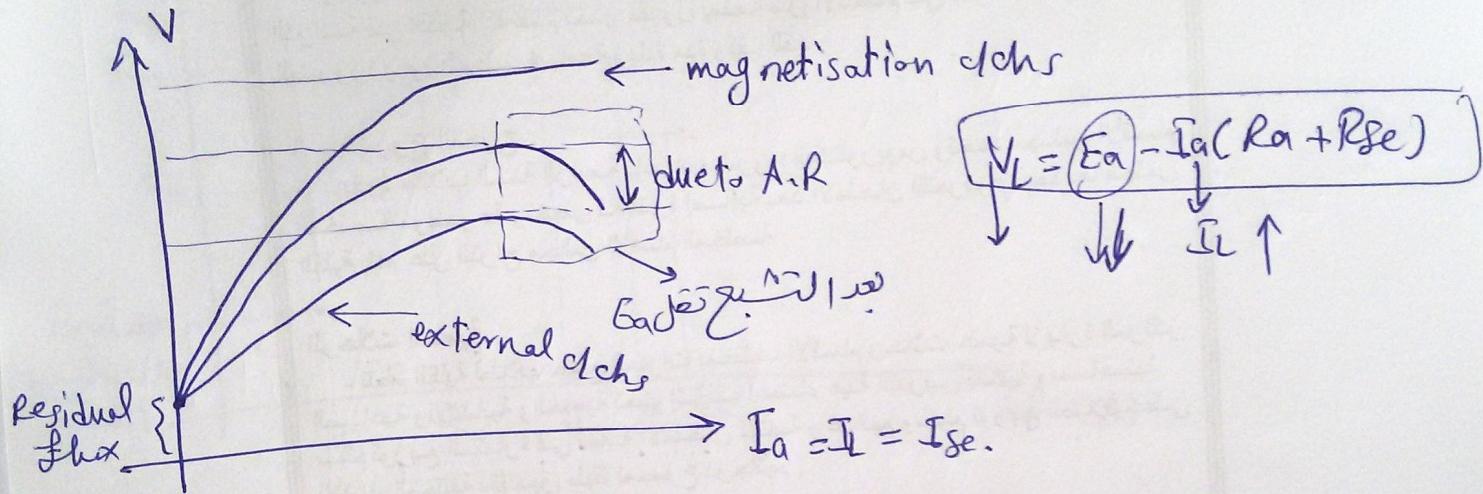
هو عرض محتاط بـ معاكس الغير الأصلي الناتج من دفع المجال نتيجة تولد emf بموجهات Armature عن التيار، فهو دفع مجال محتاط آخر معاكس المجال الأصلي طبعاً لفائدة (التيار) لذا فهو يقلل الغير الأصلي مما يقلل من E_a المولدة داخل الآلة.

لماذا يقف المعلم في العمل عند زيارة التحويل مع التحويل المقمن؟
حالات المولدة المقمن إذا زاد الحمل من العمل المقمن فإنه تيار I_a يزداد نتيجة التحويل ومعه يزداد Ar. reaction تيارة I_a ولأن Ar. Re يقلل من E_a سبب الآلة إلى حالة عدم القدرة على المحافظة على العمل المقمن.

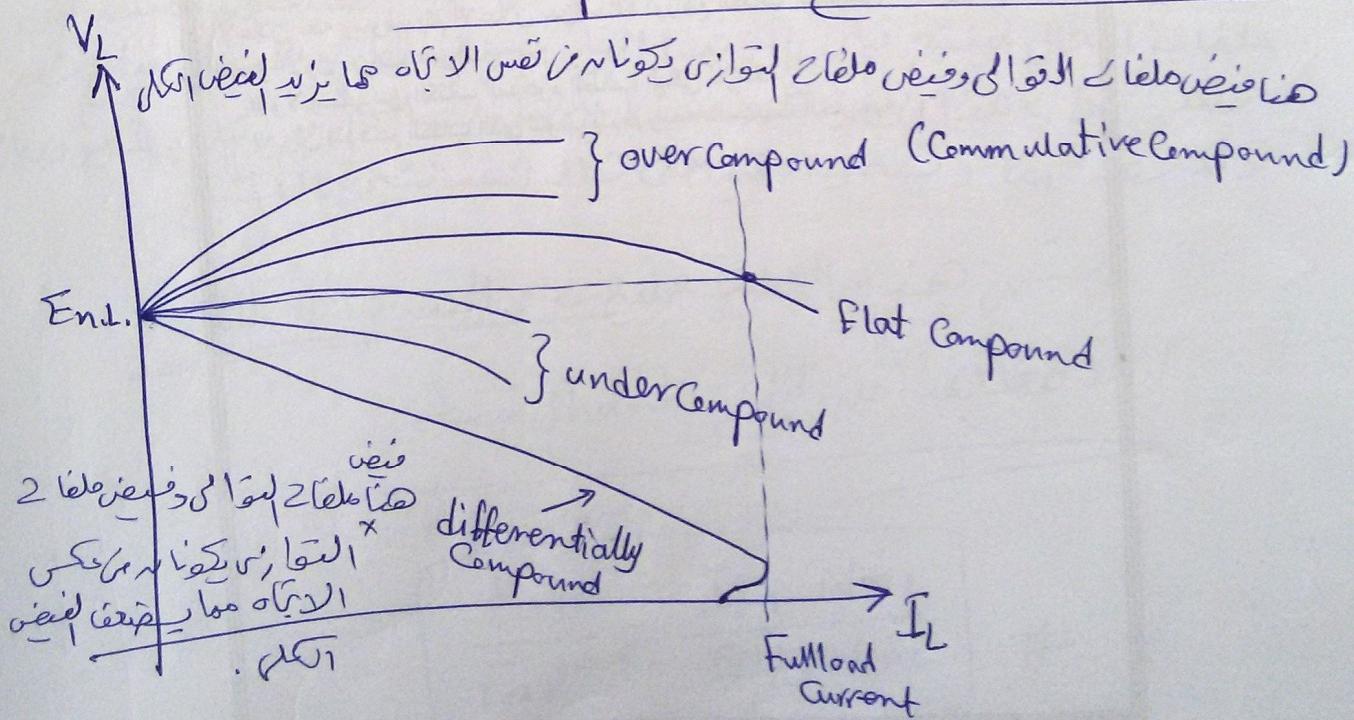


④ مفاتح المولدة من النوع الـ II series

مع زيادة التحفل يزداد التيار I_a , I_L وباقي المقاومات المغذية R_a , R_{se} . لذا فإن E_m لا يتغير. في حين أن الفيصل يزداد مع التحفل وأيضاً يزداد المقاومة المغذية R_a . $V_L = E_m - I_a(R_a + R_{se})$ غير ثابت بالمقارنة مع V_m حيث تدخل الآلة في مرحلة التقطيع E_m حيث $E_m < V_m$. I_a يزداد حفاظاً على التوازن ولكن V_L تتناقص.

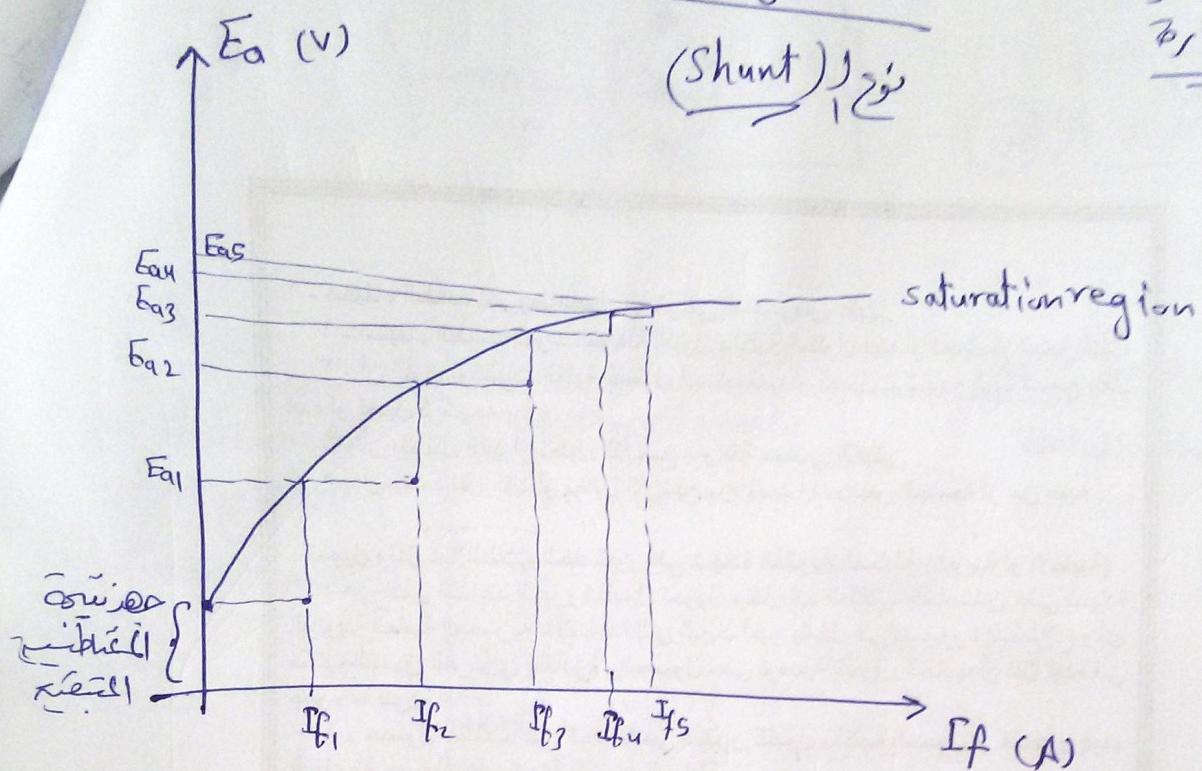


⑤ مفاتح المولدة من النوع الـ II Compound



Voltage building in self excited generator

بناء الجهد في المولدة
الذاعنة الدنار



يكون هناك متغير متناطقي رافق الآلة وعند توصيله في المولدة يكتسب هذا الجهد مثلاً المجال نتيجة المتناطقي المتغير وهذا الجهد يكون مسلط على ملفات المجال فيتغير تياره فإذا اتسار تيار ثم يمر تيار في المجال ففتح ممره في المجال فيتغير تياره فإذا اتسار تيار ثم يمر تيار في المجال فتؤدي إلى جهد E_a وهذا الجهد يعود مسلط على ملفات المجال ثم يتسار تيار في المجال فتح ممره في المجال فتؤدي إلى توليد جهد E_a وتسار العجلة حتى تبادل الجهد نتيجة التتابع.

تسار هذه العجلة على تبادل الجهد داخل المولدة

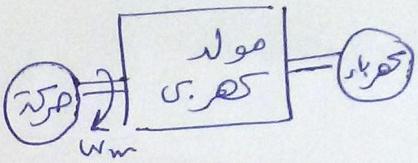
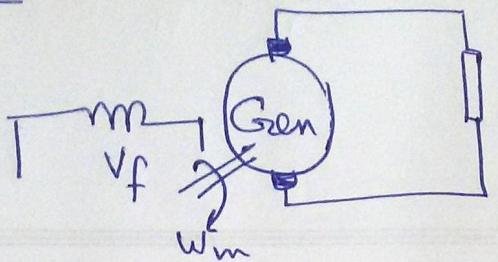
للحفاظ على الجهد شونق شونق

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{I_{f1} Nm_1}{I_{f2} Nm_2} \quad \#$$

$$\frac{E_{a1}}{E_{a2}} = \frac{\phi_1 Nm_1}{\phi_2 Nm_2} \quad \#$$

Power Flow Diagram

مخطط انتفاع القراءة



P_{in}

القدرة المداخلة تغير

والقدرة الحركية

$P_{in\text{ (mechanical)}}$

$$P_a = \sum a_i I_a$$

developed power

$$P_{out} = P_{load} = V_L \times I_L$$

القدرة الصافية المداخلة
للحمل

$$P_{rot} = P_{pri}$$

$$P_{wind}$$

$$P_{stray}$$

$$P_{iron} = P_{core}$$

$$P_{copper}$$

$$I_a^2 R_a + I_f^2 R_f$$

$$\therefore P_{in} = P_{rot.} + P_a$$

$$P_a = E_a \cdot I_a$$

$$P_a = P_{copper} + P_{out}$$

$$\% \eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

$$VR \% = \frac{V_{n,L} - V_{f,L}}{V_{n,L}} \times 100$$

معامل التحكم بالجهد

Voltage regulation

القدرة الفعلية المدخلة
إلى المحاذنة (P_{out})
 $P_{in} \neq P_{out}$

$$\frac{V_{n,L} - V_{f,L}}{V_{f,L}} \times 100$$

المعادلة المكافحة
حالة العمل المكافحة
عمليات العمل في

الجهد المفروض العمل الكامل من الجهد طبعاً